

Chloridbericht

Konzentrationen und Einleiter im Überblick 2018



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Bericht Nr. 286



Impressum

Herausgeberin:

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Koblenz Postfach
20 02 53, D 56002 Koblenz
Telefon +49-(0)261-94252-0, Fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

www.iksr.org

<https://twitter.com/ICPRhine/>

© IKSR-CIPR-ICBR 2021

Chloridbericht

Konzentrationen und Einleiter im Überblick 2018

Federführung: Lars Düster (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG);
Sabrina Poturalski (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG);
Anna-Lena Gerloff (Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG);
Marjolein van Eerd (Rijkswaterstaat WVL);
Ronald van Dokkum (Rijkswaterstaat WVL);
Friederike Vietoris (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, MULNV);
Jaqueline Lowis (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, LANUV)

Koordination und Redaktion: Nikola Schulte-Kellinghaus, Sophia Keßeler-Johann,
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
1.1	Gesetzlicher Hintergrund und Historie	3
1.2	Langjährige Entwicklung der Chloridkonzentrationen im Rhein	4
2.	Relevante Einleiter im Rheineinzugsgebiet	7
2.1	Hochrhein	7
2.2	Oberrhein	9
2.3	Mittlerhein	12
2.4	Niederrhein	15
2.5	Deltarhein	18
3.	Fazit und Ausblick	19
	Quellen	20

1. Einleitung

Chloride (Cl^-) sind Bestandteile von Salzen (z. B. Kaliumchlorid), die natürlich in der Umwelt z. B. als Steinsalz (Natriumchlorid) oder gelöst im Gewässer (z. B. in Meerwasser) vorkommen. Die meisten Chloride sind gut wasserlöslich und werden im Boden nicht adsorbiert. Daher können sie leicht ausgewaschen werden und gelangen u. a. mit dem Grundwasser über die Flüsse ins Meer und reichern sich dort an.

Allerdings belasten – über das natürlicherweise gegebene Maß hinaus – anthropogene Einträge von Chloriden die Gewässer, z. B. durch die Landwirtschaft (Aufbringen von chloridhaltigen Düngemitteln wie z. B. Kaliumchlorid), durch die chemische Industrie oder durch Streusalz im Winter. Auch die chloridhaltigen Grubenwässer des Steinkohlebergbaus und des Salzabbaus, vorwiegend des Kalisalzbergbaus, belasten seit Jahrzehnten Oberflächen- und Grundwässer. Bei der Gewinnung von Kalium entstehen Nebenprodukte wie natriumchloridhaltige Produktionsrückstände, die auf Halden abgelagert werden. Aufgrund der nicht abgedichteten Abraumhalden kann das Salz durch Niederschlagswasser mobilisiert werden und somit ins Oberflächengewässer abgeschwemmt werden oder sich im Grundwasser anreichern.

Küstennahe Wässer weisen durch den natürlichen Einfluss des Meerwassers hohe Salzkonzentrationen auf. In den so entstandenen Brackwasserzonen bestehen besondere ökologische Nischen. Die süßen Oberflächengewässer, wie der Rhein, schützen diese sensiblen Systeme vor Versalzung. Darüber hinaus nehmen sie einen hohen Stellenwert bei der Trinkwasserversorgung ein. Somit wird deutlich, dass die Verminderung von anthropogenen Einträgen von Chlorid in den Rhein essenziell für den Schutz des Ökosystems und des Trinkwassers ist.

1.1 Gesetzlicher Hintergrund und Historie

Gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sollen alle europäischen Gewässer einen „guten ökologischen Zustand“ aufweisen. In diesem Kontext sind die natürliche Vielfalt und Fülle der Gewässerlebensgemeinschaften, die natürliche Gestalt und Wasserführung der Flüsse und Bäche und die natürliche Qualität des Wassers, mit nur geringen anthropogenen Beeinträchtigungen definiert. Maßgeblich für den guten ökologischen Zustand ist letztendlich die Biologie. Auf europäischer Ebene wurde daher – ähnlich wie für die Nährstoffe – kein europaweit gültiger Beurteilungswert für Chlorid abgestimmt. Aber auch physikalisch-chemische Komponenten wie der Salzgehalt können biologische Qualitätskomponenten beeinträchtigen und werden daher zur Bewertung des ökologischen Zustands unterstützend herangezogen.

Aufgrund der hohen Chloridkonzentrationen im Rhein, in der Vergangenheit vorwiegend bedingt durch den ehemaligen Kalisalzbergbau, unterzeichneten die Staaten in der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) bereits 1976 ein Chlorid-Übereinkommen. Dieses Übereinkommen sollte die Salzfracht aus dem Kalibergbau regulieren. 1991 wurde aufbauend auf dem [Chlorid-Übereinkommen von 1976](#) ein [Zusatzprotokoll](#) unterzeichnet, indem ein Orientierungswert von 200 mg/l Chlorid an der deutsch-niederländischen Grenze festgelegt wurde. Bereits seit 1976 sind die IKSR-Vertragsstaaten dazu verpflichtet, Informationen über Einleitungen über 1 kg Chlorid/s im Rheineinzugsgebiet offenzulegen.

Laut dem deutschen Umweltbundesamt können Gewässerorganismen bereits ab einer Chloridkonzentration von 200 mg/l geschädigt werden ([UBA 2013](#)). In Deutschland gilt für die allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponente (ACP) Chlorid ein Orientierungswert von 200 mg/l gemäß der Oberflächengewässerverordnung ([\(OGewV\) 2016, Anlage 7](#)); im Trinkwasser gilt ein Orientierungswert von 250 mg/l gemäß der Trinkwasserverordnung ([TrinkwV](#)) und der EU-Trinkwasserrichtlinie EG-Richtlinie 98/83, zuletzt geändert durch die EU-Richtlinie 2020/2184.

In den Niederlanden gilt ein Signalwert von 150 mg/l Chlorid in den niederländischen Rheinarmen. Dieser Wert bezieht sich auf die Entnahme von Oberflächenwasser für die Trinkwasseraufbereitung, d. h. bei Überschreitung des Wertes kann eine Entnahme für die Trinkwasseraufbereitung eingeschränkt werden.

Gemäß Anlage IV des Zusatzprotokolls aus 1991 zum Chlorid-Übereinkommen, die die Anlage II des Chlorid-Übereinkommens ersetzt, wurde ein Grenzwert für chloridhaltige Abwässer der Sodaindustrie von 400 mg/l und eine maximale durchschnittliche jährliche Fracht von 33 kg/s an der Messstelle Hauconcourt (deutsch-französische-Grenze) festgelegt.

1.2 Langjährige Entwicklung der Chloridkonzentrationen im Rhein

Wie oben ausgeführt, wurde im Zusatzprotokoll des Chlorid-Übereinkommens (1991) festgelegt, dass bei Überschreitung des Orientierungswerts von 200 mg/l an der deutsch-niederländischen Grenze Reduktionsmaßnahmen in Frankreich durchgeführt werden. Dieser Wert entspricht auch dem Orientierungswert für Chlorid der deutschen Oberflächengewässerverordnung.

Von 1978 bis 1997 wurde dieser Wert von 200 mg/l noch mehrfach im Rhein, überwiegend an den Messstationen Lobith/Bimmen (deutsch-niederländische Grenze) überschritten. Auch an der Messstation Koblenz wurden Konzentrationen über 200 mg/l in diesem Zeitraum nachgewiesen.

Seit 1998 wurde dieser Orientierungswert jedoch an allen Rheinmessstationen stets unterschritten. Die Chloridkonzentrationen haben sich in den letzten Jahrzehnten signifikant reduziert (vgl. Abb. 1). Im Jahr 1978 wurde ein Jahresmittelwert an der Messstation Lobith von 166 mg/l ermittelt, 2019 lag dieser Wert bei 77 mg/l. Dies entspricht einer Reduzierung der Chloridkonzentrationen in den letzten Jahrzehnten von über 50 %. Ab der Messstation Weil steigen die Chloridkonzentrationen mit dem Fließverlauf an.

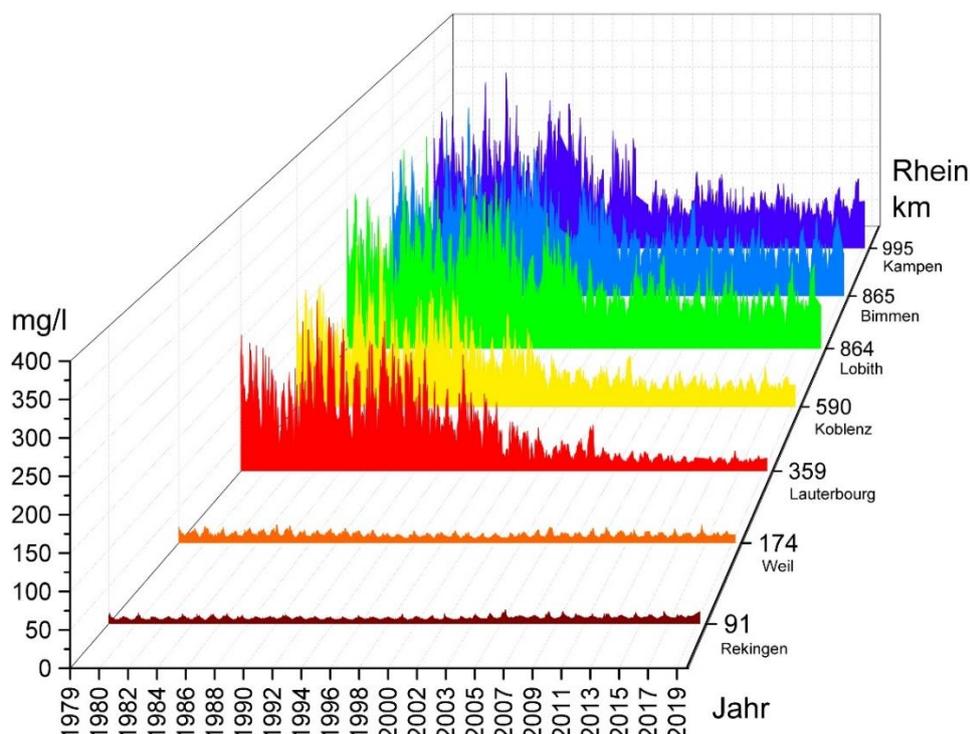


Abbildung 1: Darstellung der Chloridkonzentrationen in mg/l in der Gesamtwasserphase entlang der Fließstrecke des Rheins von 1979 bis 2019. Rhein-km 91 = Rekingen, 174 = Weil, 359 = Lauterbourg, 590 = Koblenz, 864 = Lobith (rechts), 865 = Bimmen (links), 995 = Kampen.

Niedrigwasserereignisse, wie 2018 und 2019, können kurzzeitig zu einer Zunahme der Chloridkonzentrationen, bedingt durch eine geringere Verdünnung bei konstanten Einleitungen, führen (vgl. Abb. 2 und IKSR-Fachbericht Nr. 263).

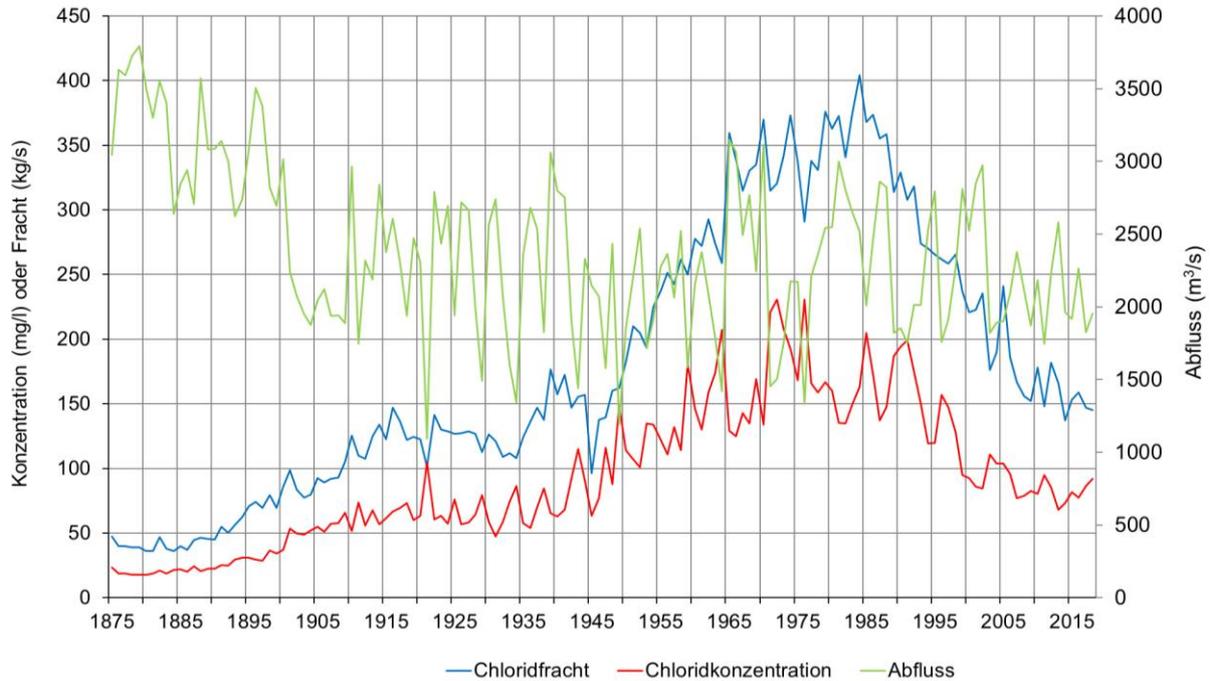


Abbildung 2: Durchschnittliche Chloridkonzentration (rote Linie) und durchschnittliche Chloridfracht (blaue Linie) bei Lobith pro Jahr im Zeitraum 1875-2018 (Quelle: RIWA-Datenbank, Nieuwegein, 2021).

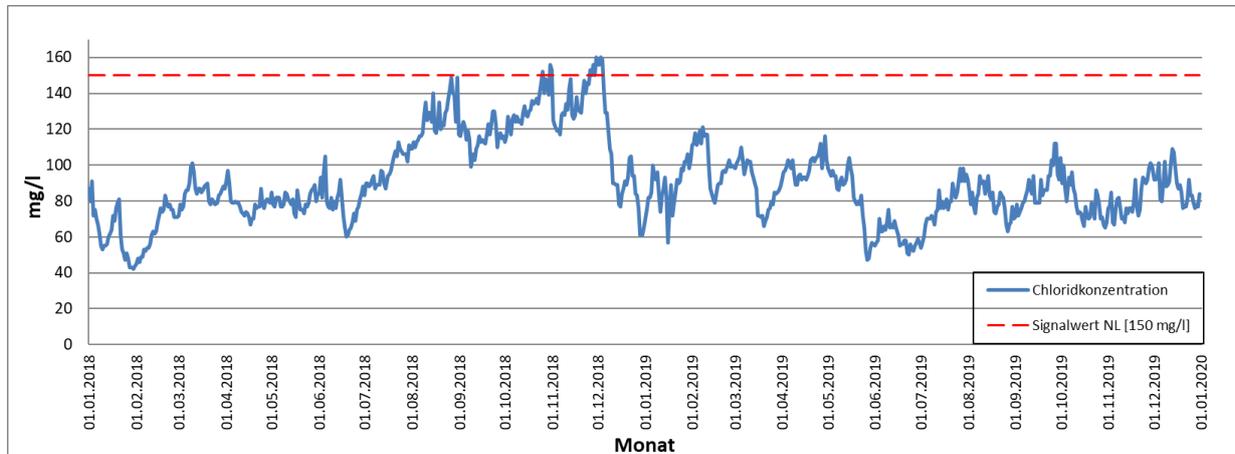


Abbildung 3: Übersicht der Chloridkonzentrationen von 2018 bis 2019 an der Messstation Lobith. Der niederländische Signalwert von 150 mg/l wurde mehrfach im Jahr 2018 erreicht oder überschritten (Quelle: RWS, 2020).

Diese zu steigenden Chloridkonzentrationen führenden Niedrigwasserereignisse sind insbesondere im niederländischen Teil des Rheineinzugsgebietes von Bedeutung. Durch die Lage an der Küste und dem Einfluss salzhaltigen Meerwassers im westlichen Teil der Niederlande ist das Süßwasser des Rheins für die Niederlande nicht nur für die Trinkwasserversorgung, sondern auch für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen und die Aufrechterhaltung der Brackwasser-Ökosysteme mit ihrer großen natürlichen biologischen Vielfalt wichtig.

Der Gegendruck des Süßwassers des Rheins, der erforderlich ist, um der Versalzung in den West-Niederlanden, Südwest-Niederlanden und im IJsselmeer entgegenzuwirken, nimmt bei Niedrigwasserperioden ab (vgl. Abb. 3). Zudem wird das Rheinwasser auch dazu genutzt, das IJsselmeer als größten Süßwasserpuffer aufzufüllen für Trockenperioden mit geringen Abflüssen. Die Versalzung des IJsselmeers in 2018 hat zu verschiedenen Aktivitäten geführt, unter anderem zur Einstellung der Trinkwasserentnahme bei Andijk und mehr Überwachung durch Rijkswaterstaat.

2. Relevante Einleiter im Rheineinzugsgebiet

2.1 Hochrhein

Der Hochrhein liegt geographisch zwischen dem Austritt des Rheins aus dem Bodensee und Basel. Zur Abschätzung der Chloridbelastung im Hochrhein wird die Messstation Weil am Rhein, sowie die Belastung des größten Nebenflusses, der Aare, betrachtet. Es ist zu beachten, dass 15 km oberhalb der Messstation Weil eine Einleitung der ARA Rhein (Abwasserreinigungsanlage) liegt.

Die Jahreskonzentrationen von Chlorid in der Aare schwanken zwischen 6 und 20 mg/l, je nach Jahreszeit mit höheren Werten im Winterhalbjahr und niedrigeren Werten im Sommerhalbjahr (vgl. Abb. 4). Somit erfolgt über den größten Nebenfluss des Hochrheins kein Eintrag erhöhter Chloridfracht in den Rhein.

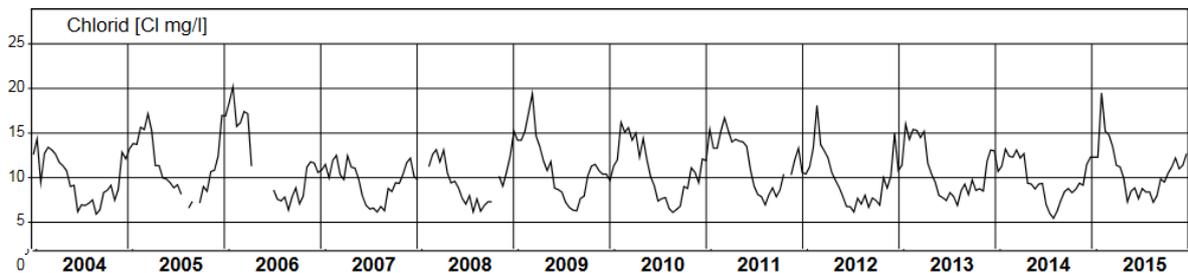


Abbildung 4: Übersicht der Chloridkonzentrationen der Aare von 2004 bis 2015 (Quelle: [NADUF 2015](#)).

Generell liegt eine eher geringe Belastung mit Chlorid im Bereich des Hochrheins vor, wie die Messwerte der Messstation Weil am Rhein (vgl. Abb. 5), welche wenige Kilometer unterhalb von Basel liegt, widerspiegeln.

Anhand der Abbildung 5 erkennt man den gegenläufigen Gang der Chloridkonzentration und des Abflusses an der schweizerischen Messstelle Weil am Rhein im Zeitraum 2006-2020. Daraus geht hervor, dass die in diesem Zeitraum gemessene Höchstkonzentration bei 26,5 mg/l Chlorid lag. Im Allgemeinen schwanken die Werte zwischen 9 und 22 mg/l. Im Sommer sind die Werte niedriger als im Winter.

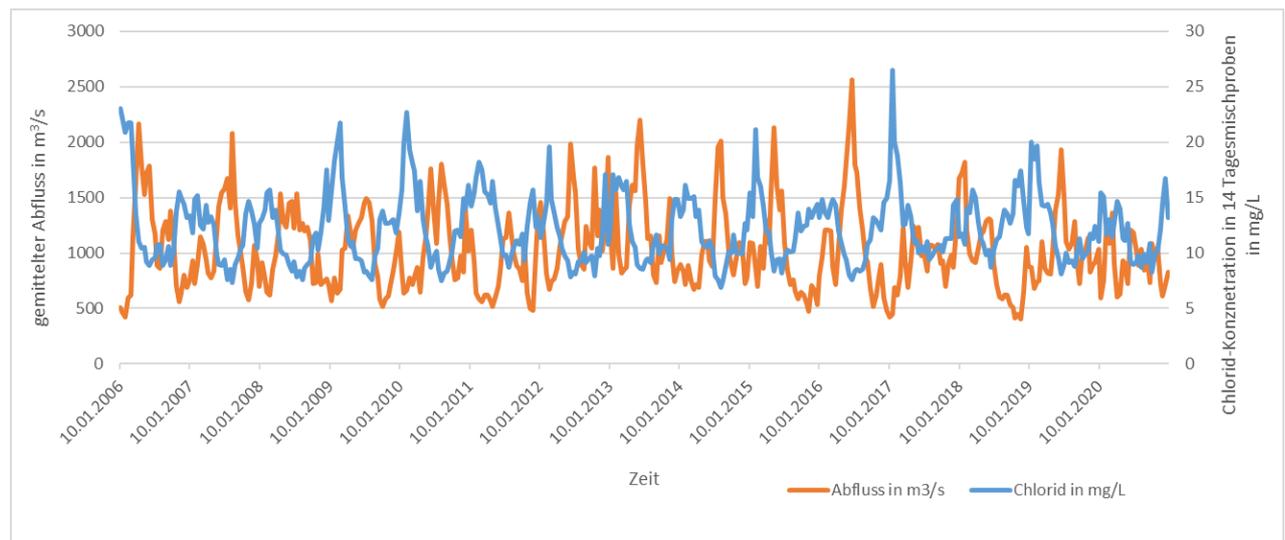


Abbildung 5: Chloridkonzentrationen und Abflüsse bei Weil am Rhein von 2006 bis 2020.

Eine Erklärung für den Höchstwert von 26,5 mg/l Anfang 2017 liegt vermutlich in der Kombination eines sehr kalten, aber trockenen Winters mit vermehrtem Einsatz von Streusalz und geringem Abfluss. Üblicherweise liegen die Werte für Chlorid im Winter zwischen 20-22 mg/l.

Es lässt sich gut erkennen, dass die mittleren Chloridkonzentrationen bei Weil am Rhein, trotz der knapp 15 km flussauf erfolgten Einleitung der ARA Rhein, im unteren Bereich der als geogene Hintergrundkonzentration genannten Konzentrationen von 10 - 30 mg/l (MERKEL und SPERLING, 1996) bei salzlagerfreien Einzugsgebieten liegen. Im Jahresmittel lagen die Konzentrationen bei Weil am Rhein über die letzten 10 Jahre zwischen 11 und 13 mg/l (vgl. Abb. 6, IKSR Zahlentafeln – vieljährige Jahresmittel).

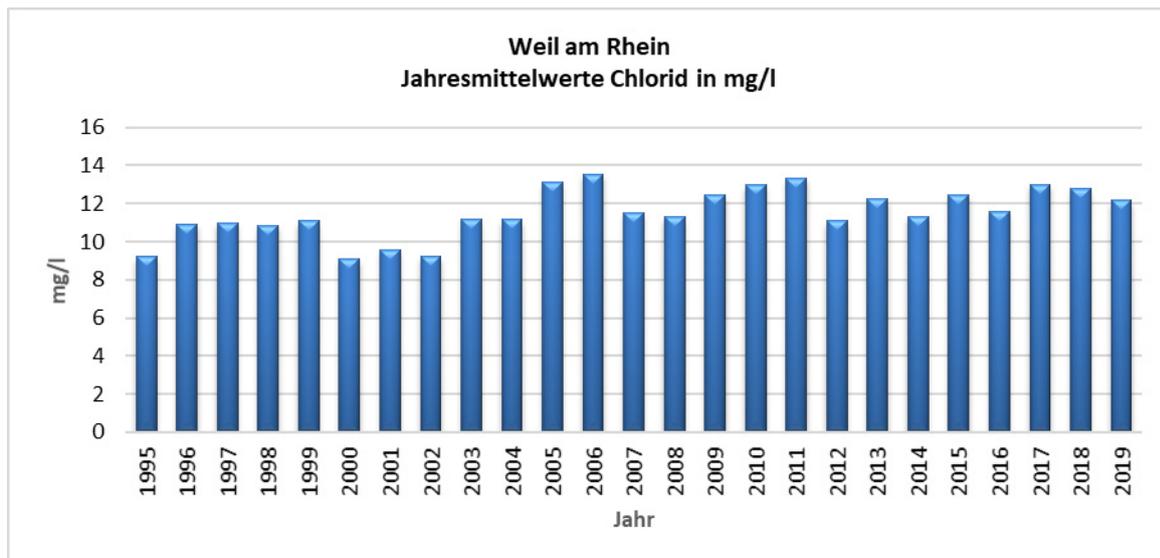


Abbildung 6: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Weil am Rhein – IKSR Zahlentafeln.

Abschließend lässt sich sagen, dass es in der Schweiz keine Chlorideinleitung mit einer Menge über 1 kg/s gibt. Der größte Einleiter für Chlorid ist die ARA Rhein in Pratteln bei Basel. Die Kläranlage reinigt, neben den kommunalen Abwässern von sechs Gemeinden, auch die industriellen Abwässer der chemisch-pharmazeutischen Industrie und hat 2017 etwa 0,5 kg/s Chlorid in den Rhein eingeleitet (16.700 t).

2.2 Oberrhein

Von Rheinkilometer 166 (schweizerisch-deutsche Grenze) bis Rhein-km 530 (auf Höhe von Bingen) verläuft der Oberrhein. Im Bereich des südlichen Oberrheins bildet der Rhein die natürliche Grenze zwischen Frankreich und Deutschland. Im Verlauf des Oberrheins nimmt die Chloridkonzentration von Basel nach Mainz deutlich zu. Liegt sie unterhalb von Basel, auf dem Niveau der Konzentration von Weil am Rhein und im Jahresdurchschnitt unter 15 mg/l, so finden sich in Mainz über die letzten 10 Jahre durchschnittliche Jahreskonzentrationen von 30 - 40 mg/l (vgl. Abb. 7, FGG-Rhein Zahlentafeln – vieljährige Jahresmittel).

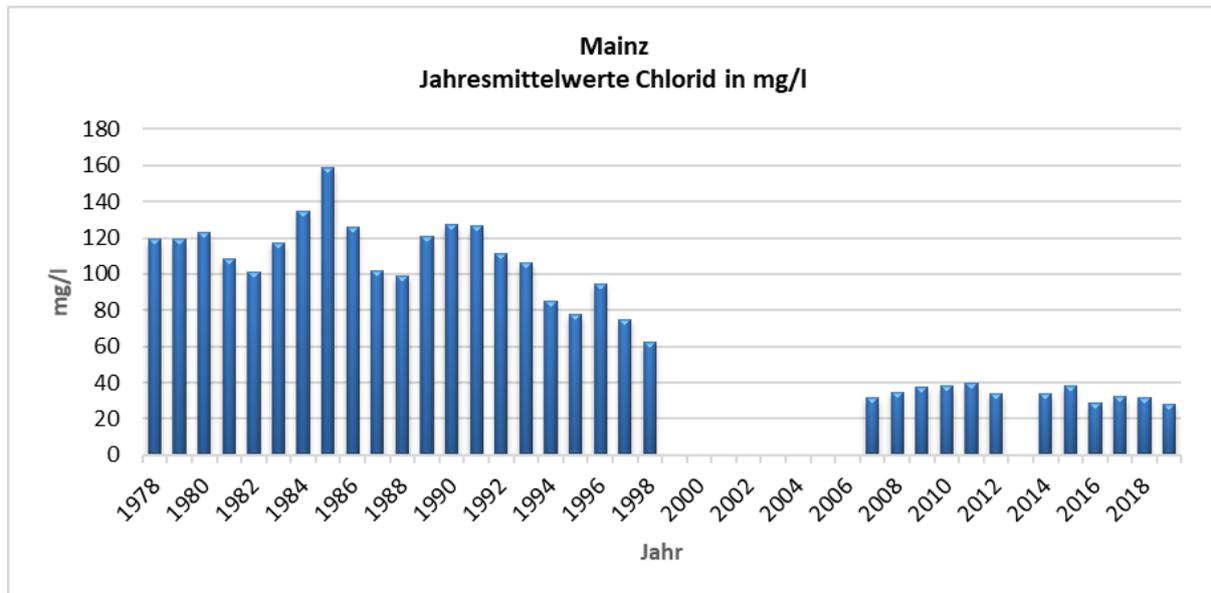


Abbildung 7: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Mainz – FGG-Rhein Zahlentafeln.

Von französischer Seite liegt eine Direkteinleitung > 1 kg/s aus den mittlerweile geschlossenen MDPA-Minen (mines de Potasse d'Alsace) im Elsass vor. Im Jahr 2000 wurde die Förderung bereits weitestgehend eingestellt. Der letzte Schacht der Kaliminen im Elsass musste 2002, nach einem Brand in der Sondermülldeponie „Stocamine“, geschlossen werden. Durch diese Schließungen wurde in diesem Bereich eine Reduktion der Chloridfracht von 150 kg/s auf 1,5 kg/s erreicht.

Um eine weitere Verunreinigung des Grundwassers zu vermeiden, wurden Sickerrinnen bei den alten, noch nicht (durch intensive Berieselung) abgereinigten oder versiegelten Abraumphalden der MDPA-Minen gezogen, in welchen die chloridhaltigen Wässer aufgefangen werden. So gelangt über einen Seitenkanal auch heute noch eine durchschnittliche Fracht von 1,24 kg/s Chloridionen in den Rhein und fällt somit in den Bereich der relevanten Chlorideinleitungen. Nach der Stilllegung der MDPA-Minen sowie der Kaliherstellung auf französischer Seite nahmen die Chloridkonzentrationen deutlich ab, wodurch sich die Situation am Oberrhein merklich entspannt hat. Die seit 2008 in Lauterbourg gemessenen durchschnittlichen jährlichen Konzentrationen liegen unter 20 mg/l (vgl. Abb. 8).

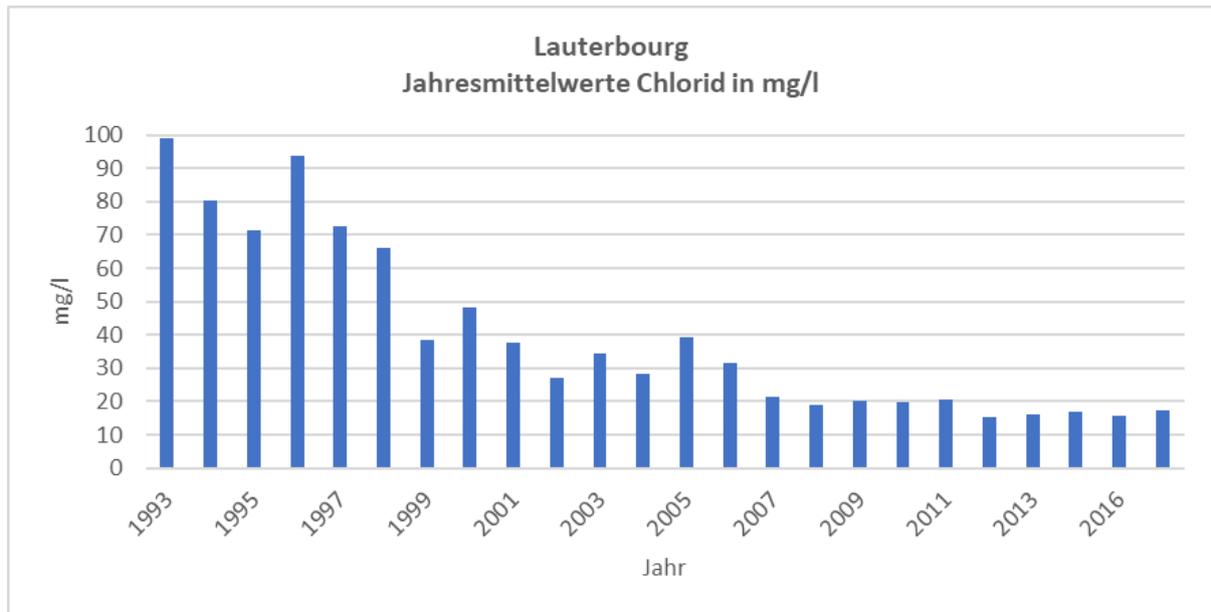


Abbildung 8: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Lauterbourg – IKSR-Zahlentafeln.

Auf deutscher Seite gibt es Einträge über die Nebenflüsse Neckar bei Mannheim und Main gegenüber von Mainz, sowie einen industriellen Einleiter mit einer Chloridfracht > 1 kg/s.

Der Neckar zeichnet sich durch eine hohe Bevölkerungsdichte und große Anzahl an Gewerbe und Industriegebieten im vergleichsweise wasserarmen Einzugsgebiet aus, weshalb sein Abwasseranteil relativ hoch ist. Allerdings liegen keine anthropogenen Einleitungen mehr mit Werten über 1 kg/s Chlorid vor. Nach der Stilllegung der Salzförderung und der Einstellung der Sodaproduktion am Neckar gingen die Werte im Laufe der 1990er Jahre deutlich zurück (RIWA Rijn, 2008) und liegen seitdem auf dem Niveau der Messstation Mannheim, an der Mündung des Neckars, bei durchschnittlichen Jahreskonzentrationen von 45 - 60 mg/l (vgl. Abb. 9, FGG-Rhein Zahlentafeln – vieljährige Jahresmittel).

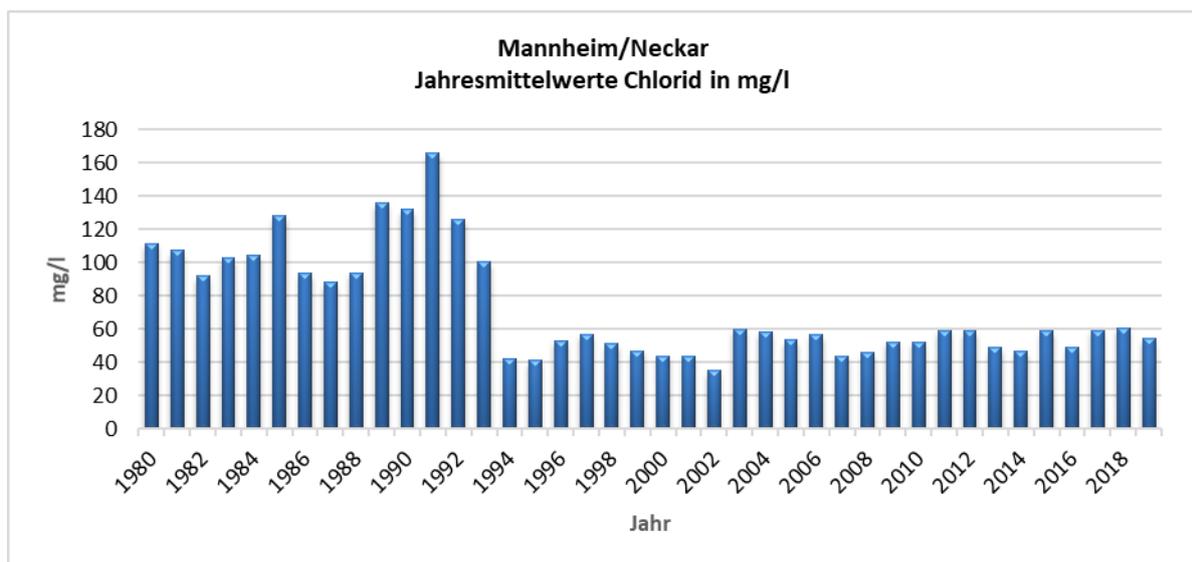


Abbildung 9: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Mannheim/Neckar – FGG-Rhein Zahlentafeln.

Der Unterrhein zeichnet sich – ebenso wie der Neckar - durch eine hohe Bevölkerungsdichte und große Anzahl an Gewerbe- und Industriegebieten mit einem mittleren Abfluss von 211 m³ pro Sekunde an seiner Mündung in den Rhein bei Bischofsheim aus. Dort lagen die durchschnittlichen Jahreskonzentrationen der letzten 10 Jahre zwischen 50 und 65 mg/l (vgl. Abb. 10), wobei man hier in den letzten Jahren eine leicht steigende Tendenz erkennen kann (vgl. Abb. 10, FGG-Rhein Zahlentafeln – vieljährige Jahresmittel). Anteil an den Chloridkonzentrationen haben unter anderem die steigende Zahl dort ansässiger industrieller Einleiter.

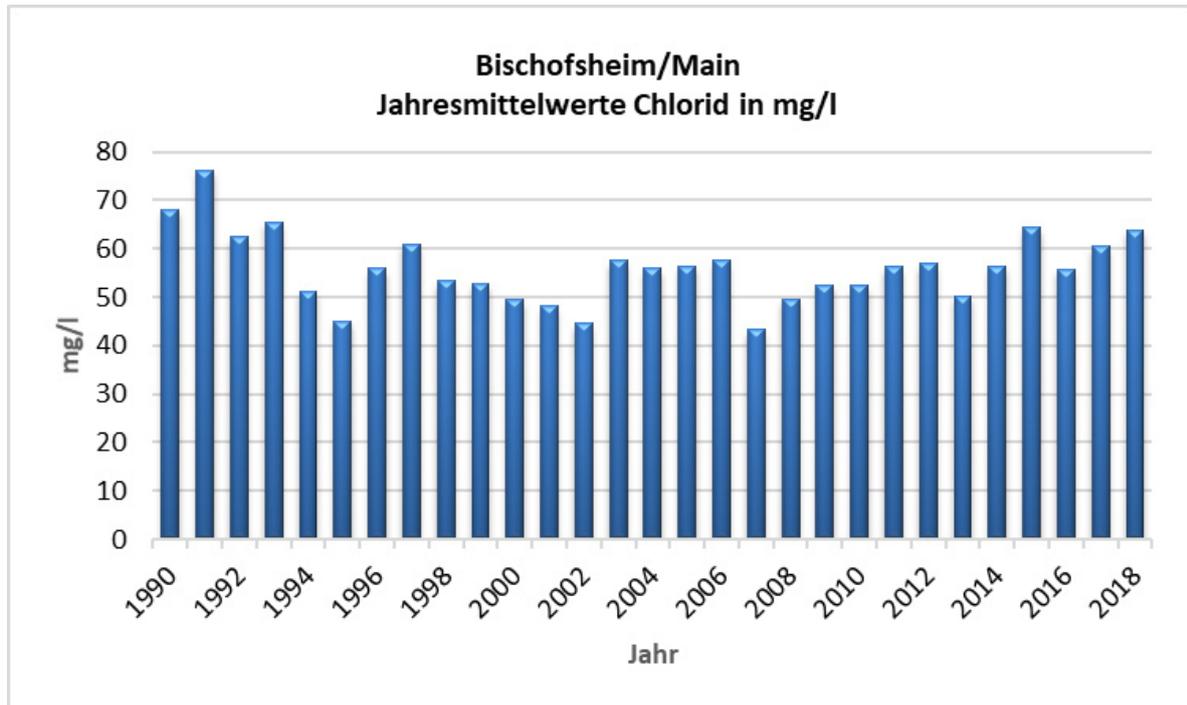


Abbildung 10: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Bischofsheim/Main – FGG-Rhein Zahlentafeln.

Neben den Einträgen aus Nebengewässern ist im Bereich des Oberrheins nur ein relevanter Einleiter mit Chloridfrachten von mehr als 1 kg/s ansässig. Hierbei handelt es sich um InfraServ Wiesbaden mit Sitz im Industriepark Kalle-Albert in Wiesbaden (Hessen), über deren Industriekläranlage 1,083 kg/s Chlorid in den Rhein gelangen.

2.3 Mittelrhein

Der Mittelrhein erstreckt sich über eine Länge von 130 km von Bingen (Rhein-km 530) bis nach Bonn (Rhein-km 660). Über diese Strecke erfolgt lediglich ein leichter Anstieg der Chloridkonzentration. An der Messstation Bad Honnef, ca. 20 km flussaufwärts von Bonn, liegt die durchschnittliche jährliche Chloridkonzentration bei 40 mg/l (vgl. Abb. 11). Dieser Wert blieb in den vergangenen Jahren vergleichsweise konstant und unterliegt nur geringen Schwankungen.

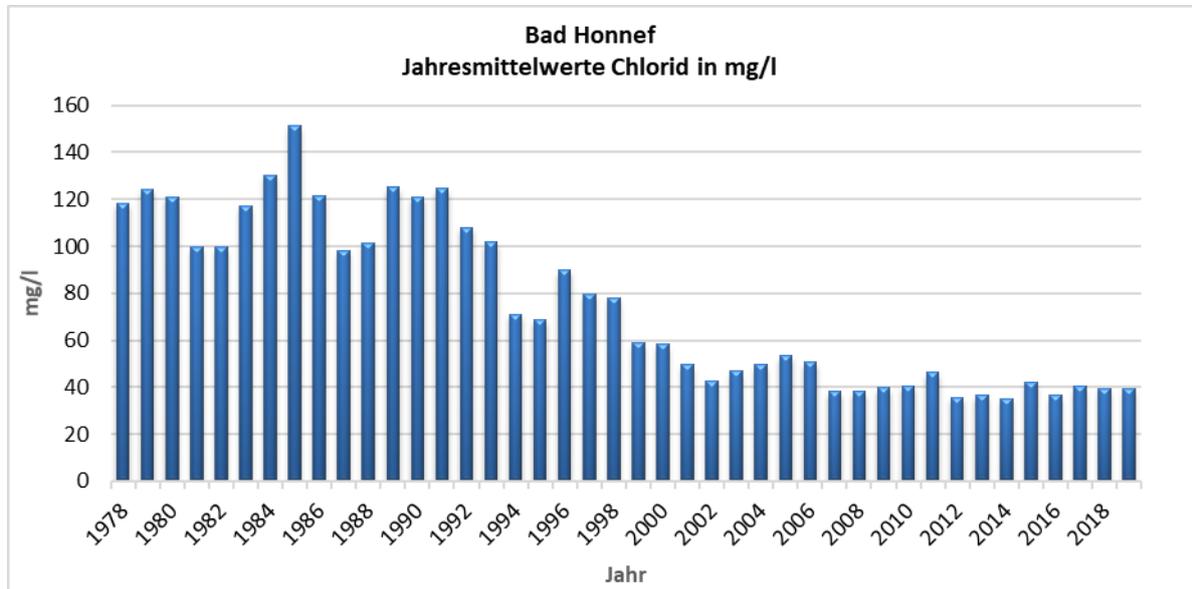


Abbildung 11: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Bad Honnef – FGG-Rhein Zahlentafeln.

Einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Chloridkonzentrationen des Mittelrheins hat der Zufluss der Mosel. Aus dem Einzugsgebiet der Mosel gelangen jährlich große Mengen Chlorid in den Rhein. Die Mosel wird sowohl durch Einleitungen als auch aus ihren Nebengewässern mit Chlorid belastet.

An der Messstation Koblenz/Mosel, an der Mündung der Mosel in den Rhein, werden Jahresmittelwerte von 140 - 200 mg/l (2017 auch Konzentrationen von knapp über 200 mg/l) ermittelt (vgl. Abb. 12). Im bereits zuvor erwähnten Jahr 2018 wurde in der stark stauregulierten Mosel, als die hydrologischen Bedingungen durch die Niedrigwassersituation besonders angespannt waren, an der Messstation Koblenz/Mosel eine Jahresmittelkonzentration von 159 mg/l ermittelt.

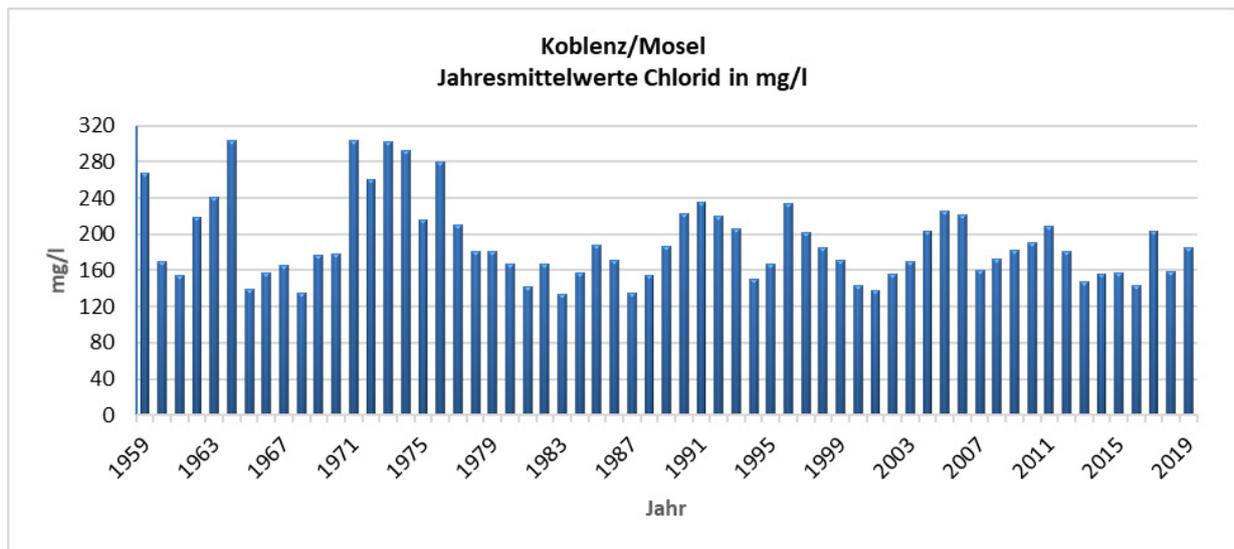


Abbildung 12: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Koblenz/Mosel – FGG-Rhein Zahlentafeln.

Großen Einfluss haben hier die Einleitungen zweier Sodafabriken im Meurthetal. Hier wird von der Solvay Operations France bei der Herstellung von Natriumkarbonat Calciumchlorid in die Meurthe eingeleitet. Diese Einleitungen werden von einem Fernmanagementsystem gesteuert. An der Moselmessstation Hauconcourt, unterhalb der Meurthemündung, werden die vorliegenden Chloridkonzentrationen der Mosel überwacht. Die jeweiligen Werte werden an die beiden Sodafabrikanten zurückgemeldet. Sollten die Konzentrationen an der Messstation Hauconcourt 400 mg/l überschreiten, wird die Einleitung der calciumchloridhaltigen Wässer gestoppt und diese in den vorhandenen Absetz- und Lagerbecken gesammelt. So wurden im Sommer 2018 die Einleitungen aufgrund der besonderen hydrologischen Situation vorübergehend eingestellt. Die Einleitungen der Chloridionen werden somit derart moduliert, dass die aus den Einleitungen aus den Sodafabriken ergebende Konzentration von 400 mg/l an der Messstelle Hauconcourt nicht überschritten wird und die durchschnittliche jährliche Fracht auf 33 kg/s festgelegt ist. Diese Vorgaben entsprechen der Anlage IV des Zusatzprotokolls des Chlorid-Übereinkommens von 1991.

In Luxemburg gibt es keine relevanten Einleitungen.

Neben den industriellen Einleitern beeinflusst die Saar, als Nebenfluss die Mosel und somit den Rhein nicht unerheblich. Hier waren die Chloridkonzentrationen lange Zeit stark von den örtlichen Grubenwässern beeinflusst. Allerdings sind die Chloridkonzentrationen in der Saar bei Saarbrücken weiter leicht gesunken und lagen in den letzten Jahren im jährlichen Mittel relativ konstant um die 40 mg/l (vgl. Abb. 13).

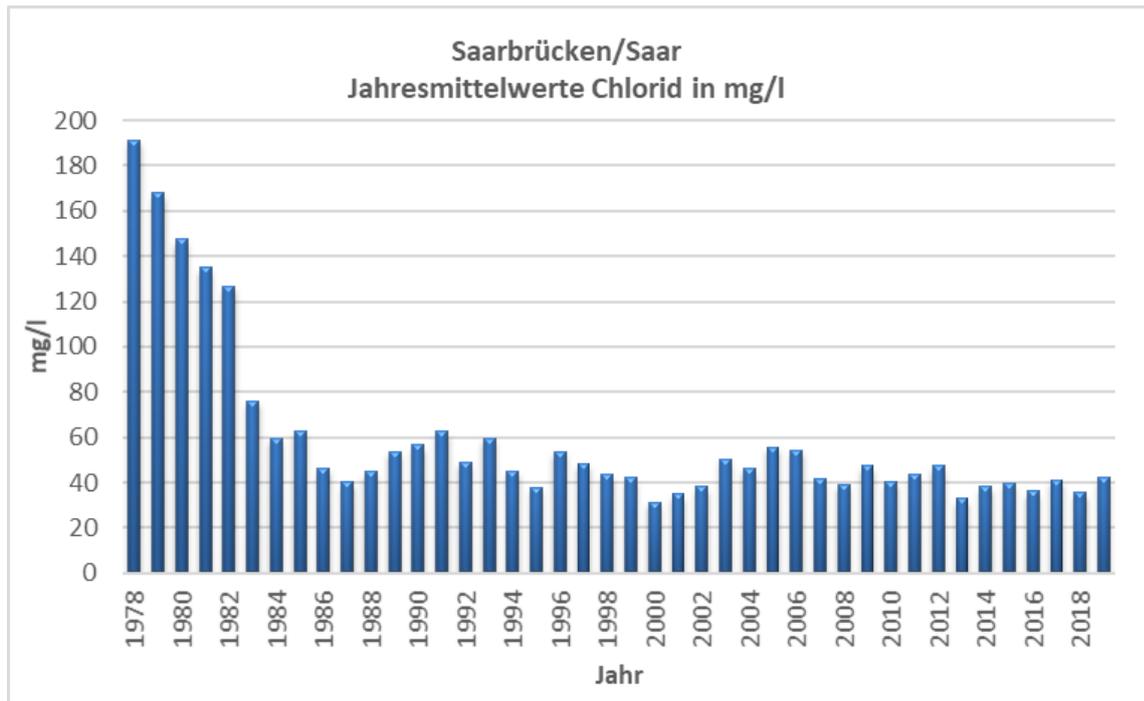


Abbildung 13: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation bei Saarbrücken/Saar – FGG-Rhein Zahlentafeln.

2.4 Niederrhein

Von Bonn (Rhein-km 660) bis zur deutsch/niederländischen Grenze (Rhein-km 865) verläuft der Niederrhein.

Über den Verlauf des Niederrheins findet eine weitere Zunahme der Chloridkonzentrationen statt. Liegen an der Messstation Bad Honnef die mittleren Konzentrationen noch um die 40 mg/l (vgl. Abb. 11), so haben sich diese an der Messstation Bimmen mit 80 - 90 mg/l verdoppelt (vgl. Abb. 14).

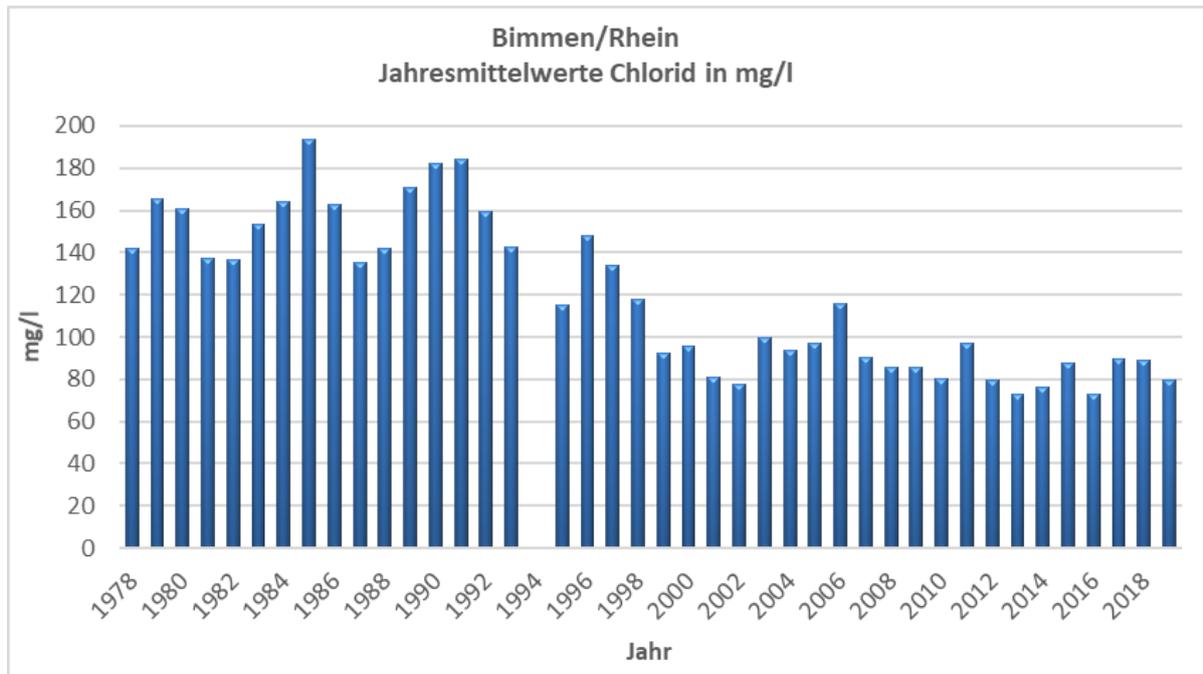


Abbildung 14: Vieljähriges Jahresmittel für Chlorid an der Messstation Bimmen/Rhein – FGG-Rhein Zahlentafeln.

Die deutliche Zunahme der Chloridkonzentrationen in diesem Bereich des Rheins hat viele Gründe. Zum einen zeichnet sich diese Metropolregion durch eine hohe Bevölkerungsdichte und starken industriellen Einfluss aus. Im Bereich des Niederrheins gibt es deswegen die meisten Chlorideinleitungen mit Frachten über 1 kg/s (insgesamt 5). Zum anderen sind einige Nebenflüsse des Niederrheins historisch stark durch Bergbauaktivitäten (Steinkohle) belastet, wodurch aufgrund der Grubenwässer hohe zusätzliche Frachten an Chlorid in den Rhein eingetragen werden. Den größten Einfluss haben hierbei die beiden Nebenflüsse Emscher und Lippe.

Die Emscher weist an ihrer Mündung in den Rhein Chloridkonzentrationen auf, die bei einem mittleren Abfluss von 13 m³/s im Mittel bei 1300 mg/l liegen und den Orientierungswert von 200 mg/l um ein Vielfaches überschreiten (vgl. Abb. 15).

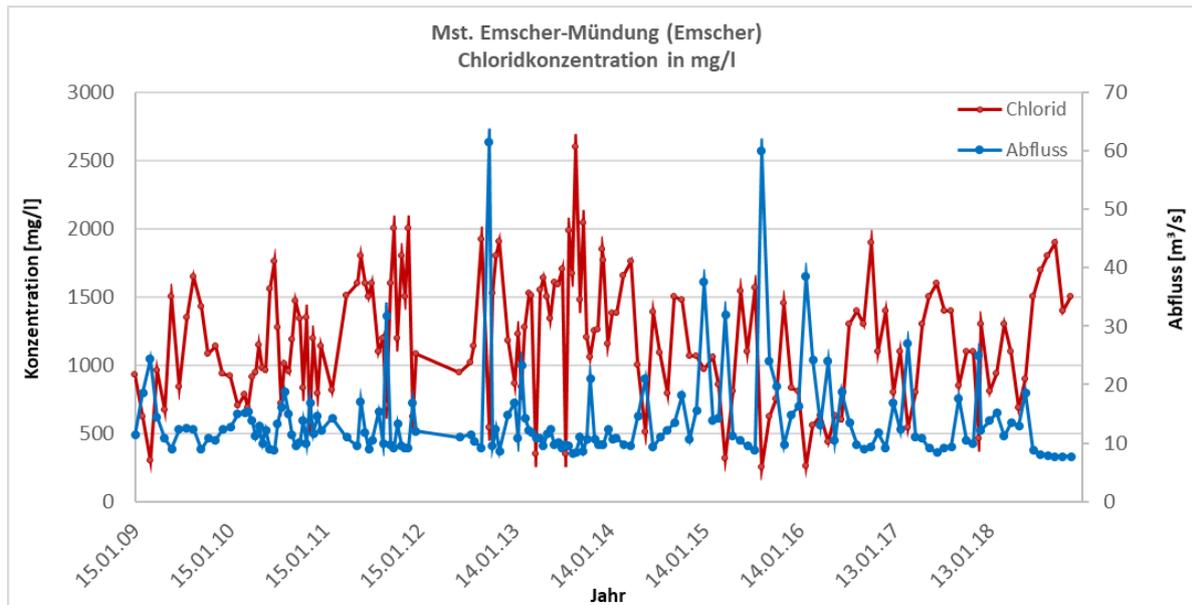


Abbildung 15: Chloridkonzentrationen und Abfluss zwischen 2009 und 2018 an der Emschermündung.

An der Emscher sitzt mit der Emscherkläranlage einer der großen Chlorideinleiter auf deutscher Seite. Die Kläranlage reinigt im Regelbetrieb vollständig die Emscher (Flusskläranlage), welche historisch als größter europäischer offener Abwasserkanal genutzt wurde. Bei der Klärung erfolgt keine Reduzierung der Chloridgehalte, so dass über die Emscherkläranlage 13,48 kg/s Chlorid ins Gewässer gelangen. Für die hohen Chloridkonzentrationen im Einzugsgebiet der Emscher sind vor allem Grubenwassereinleitungen aus dem Steinkohlebergbau verantwortlich. Es ist wichtig, dies im Zusammenhang mit der Umgestaltung des gesamten Emschersystems zu sehen. Bis spätestens Ende 2022 sollen durch diese Umstrukturierungsmaßnahmen und den Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau die Chlorideinleitungen hier ihr Ende finden.

In der Lippe liegen die Konzentrationen seit 2016 durchschnittlich im Bereich des in der Oberflächengewässerverordnung geforderten Wertes von 200 mg/l, allerdings gibt es im Jahresverlauf immer wieder Spitzen, die diesen Orientierungswert deutlich übersteigen (vgl. Abb. 16).

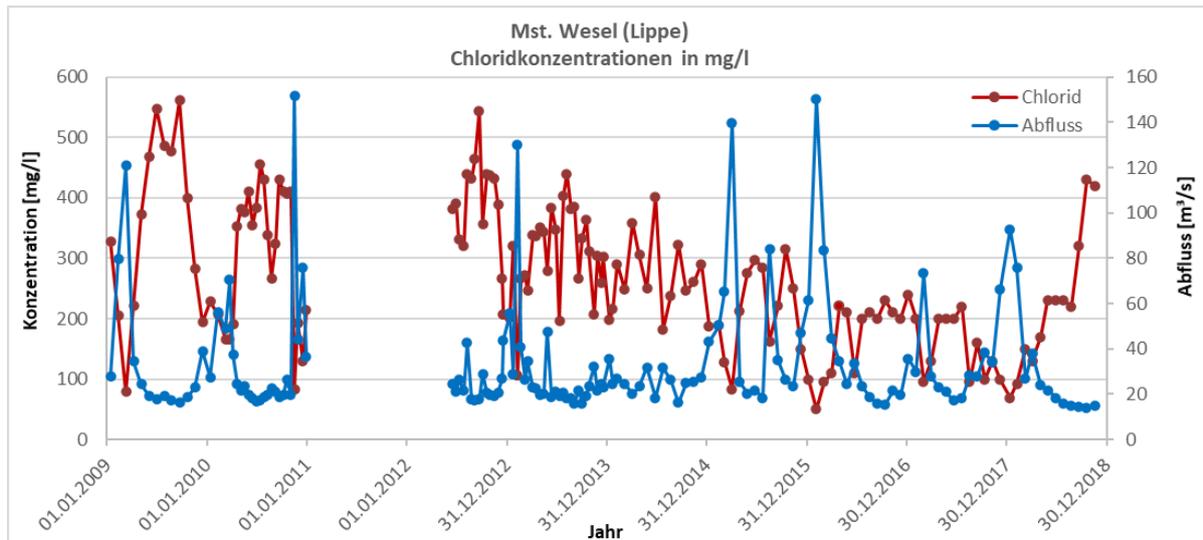


Abbildung 16: Chloridkonzentrationen und Abfluss zwischen 2009 und 2018 in der Lippe bei Wesel.

Die Lippe weist aufgrund der geogenen Gegebenheiten tendenziell eine höhere Chloridkonzentration auf als andere Gewässer. Zusätzlich haben industrielle Einleitungen und Grubenwässer noch immer einen großen Einfluss auf die Chloridgehalte in der Lippe. Durch die Reduktion der Einleitung von Grubenwässern ist langfristig ein abnehmender Trend bei den Chloridkonzentrationen festzustellen, wobei das Ausnahmejahr 2018, mit sehr geringen Abflüssen auch hier nicht dem Trend folgte.

Neben der bereits genannten Emscherkläranlage gibt es im Bereich des Niederrheins in NRW weitere relevante Einleitungen von > 1 kg/s, die den Rhein zusätzlich mit einer Chloridfracht von 1,1 Millionen Tonnen pro Jahr beaufschlagen. Hierbei handelt es sich um die Currenta GmbH & Co. OHG mit ihren drei Standorten in Leverkusen (5,49 kg/s), Dormagen (6,95 kg/s) und Uerdingen (3,01 kg/s) sowie die Solvay Chemicals GmbH in Rheinberg (18,83 kg/s).

2.5 Deltarhein

Das letzte Rheinstück ab Rheinkilometer 865 bis zu seiner Mündung in die Nordsee wird als Deltarhein bezeichnet. Dieser Abschnitt befindet sich vollständig in den Niederlanden und ist teilweise durch den Tideeinfluss der Nordsee geprägt. Für die Niederlande ist der Rhein für die Trinkwassergewinnung unentbehrlich. Die Niederlande haben für die Entnahme von Oberflächenwasser für die Trinkwasseraufbereitung einen Signalwert (Jahresdurchschnitt) von 150 mg/l Chlorid festgelegt. Übersteigen die Chloridkonzentrationen im Rhein diesen Wert, muss die Trinkwasseraufbereitung aus dem Oberflächenwasser des Rheins gestoppt werden. Dieser Wert wurde 2018 in Lobith mehrmals kurzzeitig überschritten. In Andijk (Entnahmestelle am IJsselmeer) führten erhöhte Chloridkonzentrationen im Jahr 2018 zu einem vorübergehenden Trinkwasserentnahmestopp. Das Problem der Versalzung in Andijk hat mehrere Ursachen. Neben den geringen Rheinabflüssen und erhöhten Chloridkonzentrationen im Rheinwasser spielten 2018 auch Salzaustritte an den Schleusen zum Wattenmeer eine Rolle.

Der größte Anteil der Chlorideinleitungen stammt aus Kläranlagen. Alle ca. 250 Kläranlagen im niederländischen Teil des Rheineinzugsgebiets leiten gemeinsam ca. 5,5 kg/s Chlorid ein. Der größte Einleiter in den Niederlanden ist der Betrieb Hexion (chemische Industrie) in Rotterdam. Dieser leitete 2016 über die Raffinerie Shell Niederlande im Industriegebiet Vondelingenplaat in Rotterdam 2,88 kg/s ein (vgl. Abb. 17). Die meisten industriellen Einleitungen im Deltarhein erfolgen in Salzwasserbereiche und haben daher keine Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung in den Niederlanden.

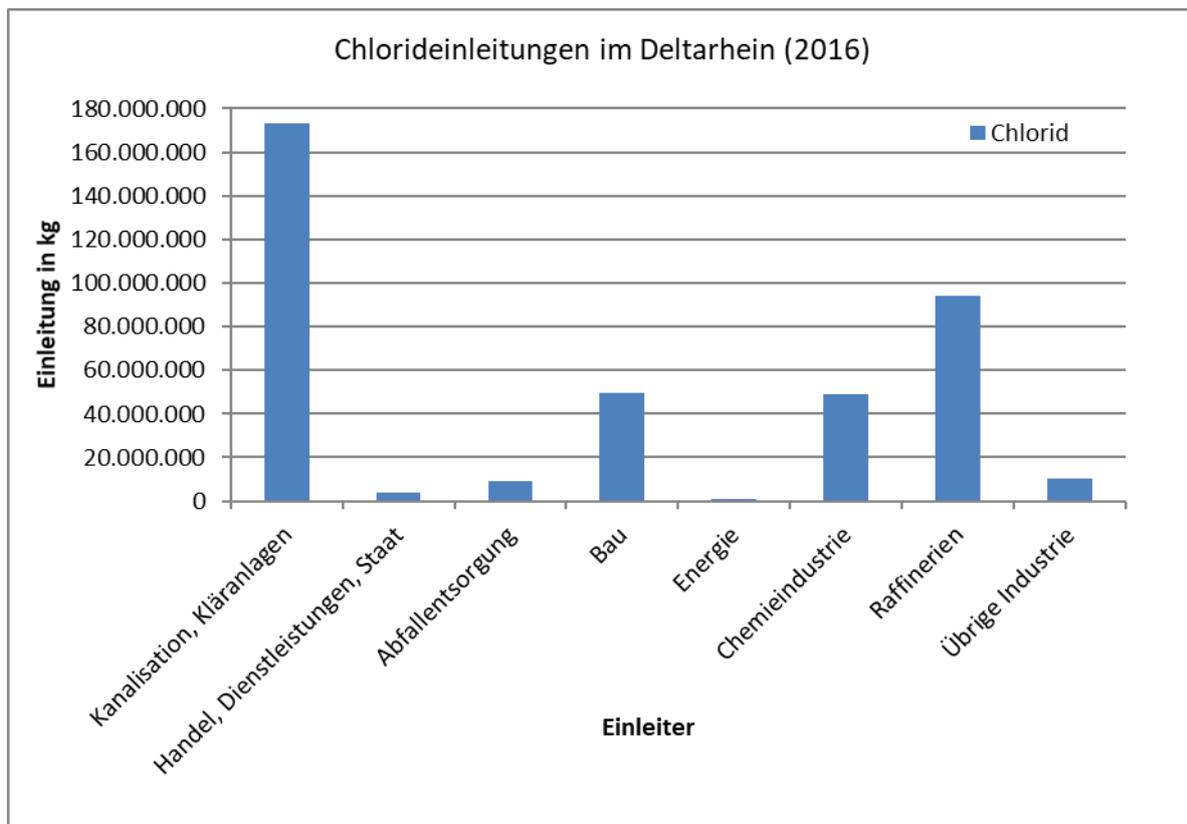


Abbildung 17: Chlorideinleitungen pro industrielle Zielgruppe in die niederländischen Rheinarme im Jahr 2016 (kg).

3. Fazit und Ausblick

Aufgrund der hohen Chloridkonzentrationen im Rhein wurde im Jahr 1976 von den Staaten in der IKSR ein Chlorid-Übereinkommen mit dem Ziel unterzeichnet, die Salzfracht aus dem Kalibergbau zu regulieren. 1991 wurde in einem Zusatzprotokoll ergänzend hierzu ein Orientierungswert von 200 mg/l Chlorid an der deutsch-niederländischen Grenze festgelegt und die Vertragsstaaten wurden verpflichtet, Informationen über Einleitungen einer Chloridfracht von über 1 kg/s im Rheineinzugsgebiet offenzulegen. Ferner wurde ein Grenzwert für chloridhaltige Abwässer der Sodaindustrie von 400 mg/l und eine maximale durchschnittliche jährliche Fracht von 33 kg/s an der Messstelle Hauconcourt (deutsch-französische Grenze) festgelegt.

Aufgrund der Einstellung der meisten Bergbauaktivitäten im Einzugsgebiet des Rheins im letzten Jahrtausend bzw. im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends, lässt sich eine Entspannung der Chloridsituation am Rhein feststellen. Der Jahresmittelwert der Chloridkonzentration sank in den Jahren von 1978 bis 1998 an der Messstation Lobith von 166 mg/l auf 77 mg/l, was einer Reduktion von über 50 % entspricht (vgl. Abb. 1). Besonders im Bereich des Ober- und Mittelrheins ist es zu einer starken Verringerung der Chloridkonzentrationen u. a. durch Schließung der Kaliminen im Elsass und Einleitungsregulierungen dort ansässiger Sodafabriken gekommen. Allerdings ist der Einfluss der anthropogenen Chlorideinleitungen insbesondere am Niederrhein noch immer hoch, besonders in den Nebengewässern Lippe, Emscher sowie am Mittelrhein in die Mosel und durch weitere Direkteinleitungen in den Rhein. Bei einem Teil der Direkteinleitungen sind weitere Reduktionen der Chloridfrachten durch technische Maßnahmen nicht möglich.

Bei den Nebengewässern des Rheins ist für die Mosel mittelfristig mit keiner deutlichen Verringerung der Chloridfrachten zu rechnen, während an Emscher und Lippe durch die Einstellung des Steinkohlebergbaus mittelfristig eine Reduktion der Chloridfrachten zu erwarten ist.

Durch die Einstellung des Steinkohlebergbaus, welcher ein wesentlicher Faktor bezüglich der aktuellen Chlorideinleitungen in den Rhein ist, und die Umsetzung eines Grubenwasserkonzeptes in NRW, werden einige Nebengewässer des Rheins komplett von Grubenwassereinleitungen freigezogen (Rheinberger Altrhein seit 2013, Emscher ab Ende 2022) oder die Frachten deutlich reduziert (Lippe). Dafür werden in Zukunft die Einleitungen in den Rhein an zwei Standorten konzentriert. Bereits heute gibt es in den neueren Abwasserbescheiden der Bergbaueinleitungen Vorgaben, dass das Grubenwasser bei Unterschreitung des MNQ zurückgehalten werden muss, was ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Chloridkonzentrationen bei Niedrigwassersituationen im Rhein hat. Insgesamt führt die Umsetzung des Grubenwasserkonzeptes zu einer deutlichen Reduzierung der jährlichen Chloridfracht im Rhein und wird sich somit auch positiv auf die Gesamtfrachten an der deutsch-niederländischen Grenze auswirken.

Die erwartete Abnahme der Chloridkonzentrationen im Rheineinzugsgebiet wird im Rahmen der Tätigkeiten der IKSR weiter beobachtet. Ebenso wird der Einfluss möglicher Niedrigwassersituationen auf die Chloridkonzentration intensiv verfolgt und bei Bedarf erneut berichtet.

Quellen

Chlorid-Übereinkommen (1976): Übereinkommen zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigungen durch Chloride: www.iksr.org

FGG-Rhein Zahlentafeln: Vieljährige Jahresmittelwerte: <http://fgg-rhein.bafg.de/dkrr/>

IKSR Zahlentafeln: Vieljährige Jahresmittelwerte: <http://iksr.bafg.de/iksr/>

MERKEL, B. & B. SPERLING (1996): Hydrogeochemische Stoffsysteme Teil I; DVWK-Schriften 110. Kommissionsvertrieb Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 107 S.

NADUF (2015): Aare – Brugg, Verlauf der Tagesmittel und Extremwerte: https://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/jahrestabellen/qual/2016QUAL_15.pdf

Oberflächengewässerverordnung (OGewV) (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer 1, Anlage 7: https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/anlage_7.html

RIWA Rijn (2008): Aktuelle und zukünftige Entwicklung der Belastung. Studie im Auftrag der RIWA: <https://www.riwa-rijn.org/wp-content/uploads/2015/05/Aktuelle-und-zuk%C3%BCnftige-Entwicklung-der-Belastung.pdf>

RIWA-Datenbank, Nieuwegein (2021): Jahresbericht 2018 – Der Rhein: <https://www.riwa-rijn.org/de/publicatie/jahresbericht-2018-der-rhein/>, ergänzt mit Abflussdaten.

RWS (2020): Rijkswaterstaat Waterinfo: <https://waterinfo.rws.nl>

Trinkwasserverordnung (TrinkwV) (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch: http://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html

Umweltbundesamt (UBA) (2013): Zu welchen Schäden führt Streusalz in Gewässern? Online abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/zu-welchen-schaeden-fuehrt-streusalz-in-gewaessern>

Zusatzprotokoll Chlorid-Übereinkommen (1991): Zusatzprotokoll zum Übereinkommen zum Schutz des Rheins gegen Verunreinigungen durch Chloride: www.iksr.org